Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo

BOLLETTINO DI ARCHEOLOGIA ON LINE
DIREZIONE GENERALE PER LE ANTICHITA' IV, 2013/2-3-4

SONIA ANTONELLI*, ANDREA IACONE*, SIMONE PROSPERI**, MARZIA TORNESE*

L'IMPIANTO METALLURGICO DELL'*ATHENAEUM*: PROCESSI EMPIRICI TRA "TEORIA E METODI" ED ESPERIENZA ARCHEOLOGICA

The study of ancient production activities provides information on a range of fundamental issues, in particular it allows to analyze socio-economic relationships and to understand the technical aspects of production itself. This can be accomplished by archaeometallurgical analysis, a field of study established in the 60s by the pioneering work of Tylecote who called for the application of scientific methods in the study of ancient metallurgy. This article discusses production indicators discovered during archaeological excavations conducted for the construction of Metro C, in Room N of the Athenaeum of Adrian in Rome.

Lo studio delle attività produttive nell'antichità, fornisce da un lato una chiave di lettura dei rapporti socio-economici attraverso l'analisi delle strutture di produzione e dei fattori storico-culturali, e dall'altro consente di conoscere e approfondire gli aspetti tecnologici della produzione stessa, anche attraverso l'ausilio delle analisi archeometriche, filone di ricerca aperto negli anni Sessanta dai pioneristici lavori di Tylecote sull'applicazione del metodo scientifico nello studio della metallurgia antica.

L'evidenza quantitativamente rilevante degli impianti produttivi identificati negli ultimi decenni può essere agevolmente ricondotta alle più specifiche competenze acquisite dagli operatori nella riconoscibilità degli indicatori, che hanno finalmente acquisito il giusto rilievo nella pratica archeologica, come auspicava già negli anni Ottanta Hans-Gert Bachmann, proponendo le prime osservazioni per l'identificazione e lo studio analitico e macroscopico dei residui dei processi della lavorazione metallurgica, considerati come indicatori attendibili per la ricostruzione delle fasi e delle condizioni di lavorazione, a cui si possono affiancare le analisi archeometriche. In Italia e in Toscana in particolare, sin dagli anni Ottanta si è andata consolidando una efficace esperienza di studio del paesaggio minerario in relazione alla geografia del popolamento, grazie soprattutto ai lavori di Riccardo Francovich, esperienza che si è andata via via caratterizzando per una sempre maggiore attenzione agli aspetti produttivi e tecnologici preindustriali, il cui ambito privilegiato è stato quello dell'archeometallurgia del ferro, sulle base della maggiore incidenza delle evidenze archeologiche, da cui deriva anche la proposta di classificazione degli indicatori di Costanza Cucini e Marco Tizzoni.[1]

La ricostruzione dei processi produttivi attraverso la classificazione degli indicatori e la definizione degli aspetti tecnologici deve confrontarsi con l'essenza empirica della prassi nella tecnologia antica e dunque, se il sapere empirico è per sua natura difficile da teorizzare, quanto

1) Per la classificazione tipologica delle scorie, si rimanda a Cucini - Tizzoni 1992; Cucini Tizzoni - Tizzoni 2001, Tylecote 1962 e anche a Giardino 1998, pp. 63-64, inoltre v. Bachmann 1982; Bachmann 1993, p. 563; sulle scorie, v. anche La Salvia 2005, p. 69.

Reg. Tribunale Roma 05.08.2010 n.30 ISSN 2039 - 0076

è legittimo e realistico proporre una codifica per lo studio dei suoi indicatori? La questione teorica in realtà risponde a oggettive difficoltà che si riscontrano nella pratica archeologica, ma d'altra parte, non si possono ignorare le potenzialità offerte, in termini di conoscenza, dallo studio di reperti che portano in sé informazioni sulle caratteristiche intrinseche (ad es. le materie prime) e sul corredo di saperi acquisiti e trasmessi empiricamente in evoluzione. Si definiscono indicatori della produzione tutti quei reperti che possono essere riferibili al ciclo produttivo, in questo caso, dei metalli: materie prime, fondenti, resti di combustibile, scorie, strumenti di lavoro, crogioli, resti delle strutture produttive (fornaci, punti di fuoco e banchi di lavoro), scarti di produzione, materiali semilavorati ed eventuali prodotti finiti.

Gli indicatori che restituiscono maggiori informazioni sul processo produttivo, anche in ragione delle cospicue attestazioni nei contesti archeologici, per il loro scarso indice di deperibilità, sono le scorie. La scoria è il prodotto residuo del processo metallurgico attraverso il quale le impurità non metalliche vengono separate dal metallo e può essere relativa tanto alle fasi primarie, ovvero alla riduzione, tanto alle fasi secondarie, ovvero di raffinazione e realizzazione del prodotto finito. Diversi autori, come detto, nel corso di molti anni, hanno adottato classificazioni tipologiche diversificate; l'unico dato comune è la divisione in scorie di riduzione e scorie di forgia. Nella metallurgia dei metalli non ferrosi è spesso necessario riconoscere le scorie da estrazione-riduzione da quelle connesse con la fusione, che si formano nel crogiolo, problema questo non facile, ma risolvibile conoscendone la composizione chimica.[2]

Dalle scorie, come è ovvio, non è possibile estrapolare informazioni dirette circa cronologia e prodotti finiti, che evidentemente debbono derivare dall'integrazione del dato stratigrafico e dei materiali associati; ma attraverso esse è possibile risalire alle materie prime utilizzate (minerale, fondenti, combustibile), alle diverse fasi del processo produttivo e alle caratteristiche delle strutture utilizzate. Indirettamente, le scorie, attraverso la ricostruzione del processo, consentono quindi di conoscere: la strumentazione, l'organizzazione del lavoro, e la provenienza del minerale, e infine, la capacità tecnologica raggiunta dall'artefice attraverso il sapere empirico.

Dal momento che le scorie sono certamente l'indicatore più caratteristico della produzione dei metalli, è opportuno, anzi necessario, dotarsi di una classificazione macroscopica che tenga conto di una molteplicità di elementi, come già evidenziato a suo tempo da Bachmann: superficie esterna, colore, struttura, porosità ecc.[3]

Riteniamo che la classificazione macroscopica delle scorie consenta di:
- fornire criteri di riconoscibilità;
- stabilire un rapporto tra caratteristiche morfologiche delle scorie e fasi, condizioni e varianti del processo produttivo;
- indirizzare la scelta dei campioni da sottoporre ad analisi archeometriche al fine di ottenere risposte più affidabili e puntuali, e un conseguente risparmio economico.

Il lavoro che presentiamo si basa, come è stato ampiamente anticipato, sullo studio degli indicatori della produzione rinvenuti nell'aula N dell'*Athenaeum*.[4]

La quantità e l'eterogeneità degli indicatori provenienti dallo scavo di Piazza Madonna di Loreto ha consentito da un lato di ottenere risultati relativi allo specifico contesto e alle attività produttive che vi si svolgevano e dall'altro di gettare le basi per un approccio metodologico di più ampio respiro.[5] Lo studio degli indicatori della produzione è stato diviso in cinque momenti principali:

1. un esame preliminare, svolto direttamente sul cantiere di scavo, finalizzato all'individuazione di tutti gli indicatori, nel corso del quale è stato possibile identificare lo specifico ciclo di produzione attestato, ovvero la lavorazione del rame e delle sue leghe, da ultimo confermata dalle analisi archeometriche;
2. la pulizia e la divisione per tipologie dei materiali, di seguito presentate;

---

2) Le scorie di riduzione sono essenzialmente costituite da silicati ferrosi, ricche di ferro e povere di altri metalli; un comportamento opposto si riscontra invece nelle scorie da fusione che, sebbene varino in composizione, contengono sempre materiali non ferrosi e un tenore di ferro assai più basso delle altre (Giardino 1998, p. 64).

3) Sui criteri di identificazione delle scorie, v. Bachmann 1982.

4) Per il contesto di riferimento, v. Serlorenzi 2010.

5) Lo studio ha richiesto un'intensa attività analitica, su una quantità davvero rilevante di reperti, corredata da una continua e vivace discussione intorno alle evidenti difficoltà di condivisione e di identificazione di elementi caratterizzanti da associare a reperti, le scorie, che non nascono dalla volontà consapevole di un artefice e nei quali è difficile, quindi, riconoscere proprietà formali codificabili.

Reg. Tribunale Roma 05.08.2010 n.30 ISSN 2039 - 0076

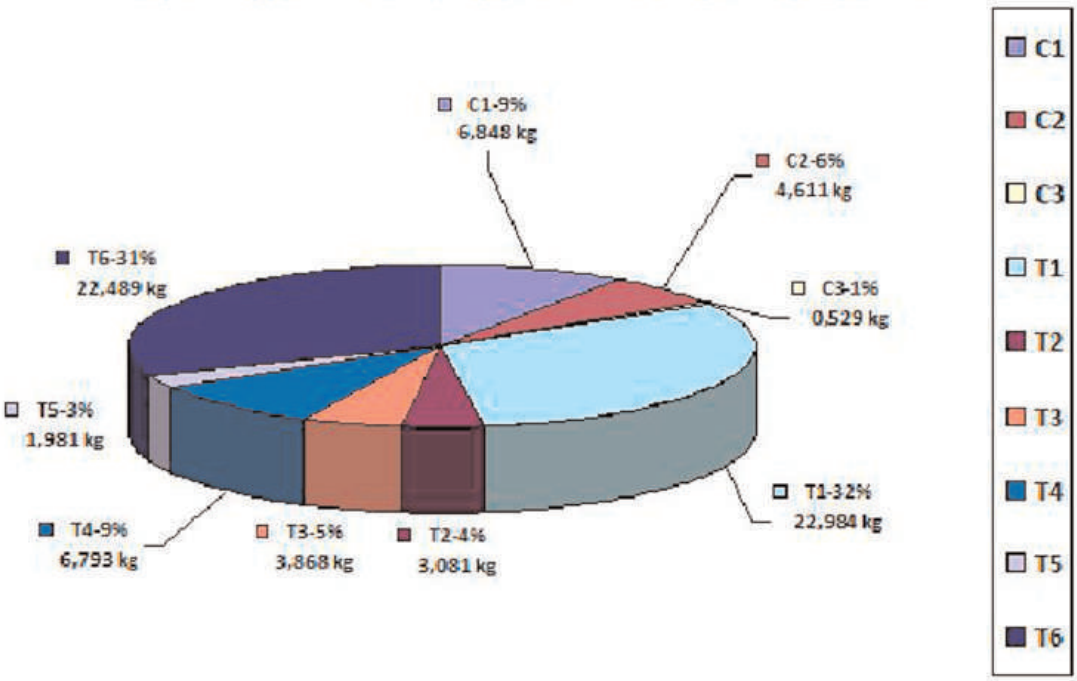
3. la schedatura informatizzata e la realizzazione della documentazione grafica e fotografica;

4. l'individuazione dei campioni da analizzare;

5. la comparazione con le analisi archeometriche dei campioni individuati. I risultati delle analisi, per quanto parziali, mostrano un pieno riscontro con le attribuzioni iniziali.[6]

Le variabili che determinano, tanto nel loro aspetto esteriore quanto nella composizione, le caratteristiche delle scorie sono molteplici e dipendono dal minerale di partenza, dalla natura del combustibile, dalla tipologia delle fornaci, dai sistemi di areazione, dai fondenti, oltre che da fattori specifici, quali le condizioni di raffreddamento, l'esposizione ad agenti atmosferici o le caratteristiche del terreno di deposizione. Ovviamente, la scelta del fondente era strettamente collegata alla natura della materia prima: a un minerale calcareo corrispondeva un fondente siliceo, a un minerale siliceo un fondente calcareo. Nelle reazioni chimiche che caratterizzano la riduzione, interviene anche la composizione del rivestimento e da qui la possibile scelta di materiali ricchi in calce o in silicio, oppure l'utilizzo di argille basiche, nel caso di una materia prima acida o, viceversa, di argille acide in caso di minerali basici. Un altro metodo per ovviare al problema, come probabilmente accade nel sito in esame, era quello di miscelare minerali differenti e con caratteristiche diverse, come sembra dimostrare l'esempio del sito di Montcherand, in Svizzera,[7] dove la presenza di giacimenti di varia natura ha portato all'utilizzo di un mélange di minerali nello stesso ciclo produttivo.[8]

Nel tentativo di ricostruire la storia dei processi metallurgici si è proceduto all'analisi autoptica di 8041 elementi (*figg*. 1-2) per un peso di più di kg 73; nel peso non sono comprese le tipologie di scorie con struttura o rivestimento, la cui presenza avrebbe alterato il peso del residuo. Si è proceduto dunque alla divisione in due macrogruppi: scorie defluite all'esterno delle fornaci e scorie interne, comprendendo anche quelle che conservano parte del rivestimento o della struttura della fornace. Le scorie defluite all'esterno rappresentano rispettivamente il 16%



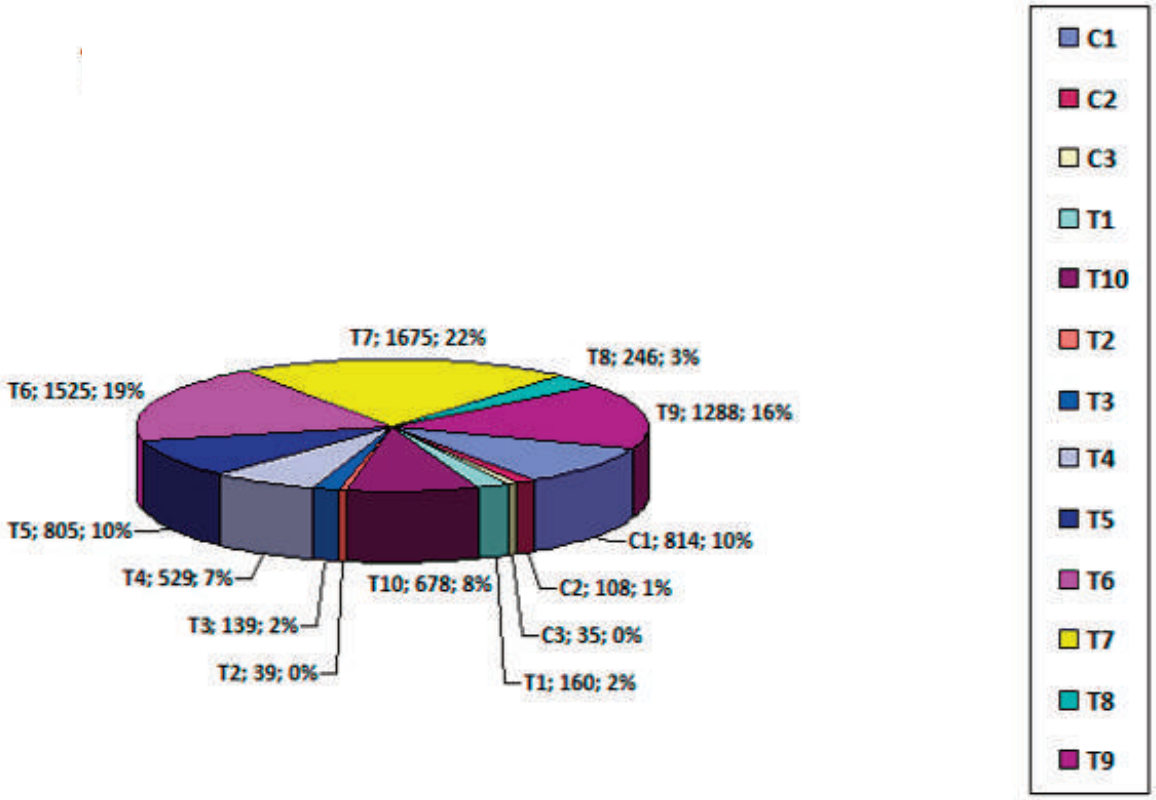
1. GRAFICO RELATIVO AL PESO DELLE SCORIE PER TIPOLOGIA (IN KG)

6) Per un completo resoconto delle analisi archeometallurgiche dei reperti in esame si rimanda a Anguilano - La Salvia c.s.; Anguilano - La Salvia - Tornese c.s.; La Salvia *et al.* c.s.

7) Abetel 1992, p. 44.

8) L'ipotesi è supportata dalla presenza di solfuri misti, come ad es. la calcopirite, e dalla facile reperibilità di materiale da rifondere.

Reg. Tribunale Roma 05.08.2010 n.30 ISSN 2039 - 0076



2. GRAFICO RELATIVO ALLA QUANTITÀ DI SCORIE PER TIPOLOGIA

in termini di peso e l'1% in termini di quantità rispetto al campione complessivo. Dal dato si evince una netta preponderanza delle scorie interne, legate la ciclo di riduzione del minerale. Alle tipologie identificate è stata attribuita una diretta derivazione da fasi del ciclo di produzione, caratterizzate da specifiche condizioni, come si dirà di seguito.

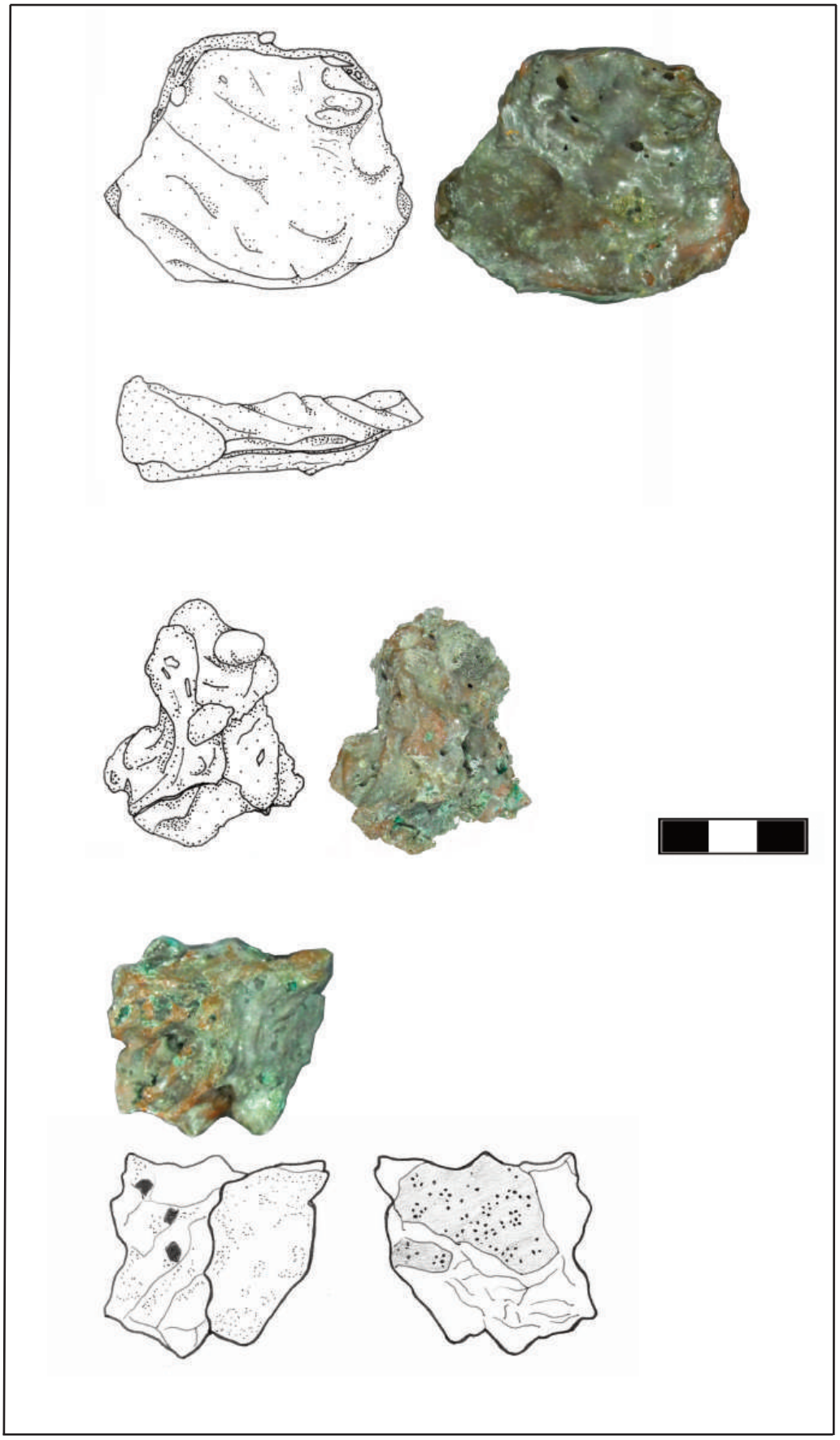
Tra le scorie defluite all'esterno delle fornaci, comunemente dette colate, sono state riconosciute tre tipologie caratterizzate da una superficie liscia e vetrificata, con struttura interna compatta e maggiori o minori segni di scorrimento in base alla viscosità. La prima tipologia, C1, comprende scorie di colore rosso-bruno con venature verdastre, composte sostanzialmente da silicati, a forma colonnare o stalagmitica, con evidenti segni di scorrimento (*fig*. 3). Diverse condizioni di raffreddamento e una diversa caratterizzazione dei componenti, ad es. una maggiore presenza di ferro presente in natura nei solfuri misti da cui si ricava il rame, distinguono la seconda tipologia (*fig*. 4). La scoria colata C2, dall'aspetto simile alla selce, ha una conformazione "a ciottolo", di dimensioni generalmente apprezzabili, e una colorazione che va dal verde scuro al nero metallico. Le analisi archeometriche confermano per entrambe le tipologie una formazione durante il processo di fusione per la realizzazione delle leghe di rame.[9]

Al processo di riduzione del minerale dai solfuri misti, rimanda invece la terza tipologia di scorie colate: la scoria C3 defluisce all'esterno della fornace allo stato liquido-viscoso e, aderendo alla superficie, presenta all'esterno una caratteristica forma a lastra con segni di scorrimento, mentre ingloba materiale inerte (ghiaino, carbone, argilla, quarzo, ecc.) nella superficie a contatto con il piano di lavoro o di raccolta delle scorie (*fig*. 5).

Le scorie interne, direttamente connesse col processo di riduzione, si creano come da definizione all'interno della fornace, e presentano forma irregolare e un aspetto eterogeneo, confrequenti inclusi di cenere e carbone (*fig*. 6). Ad esse abbiamo attribuito il codice alfanumerico T con numero progressivo: le prime tre tipologie T1, T2 e T3 hanno caratteristiche morfologiche affini e, cioè, un aspetto simile a materiale litoide, più o meno spugnoso. Si differenziano

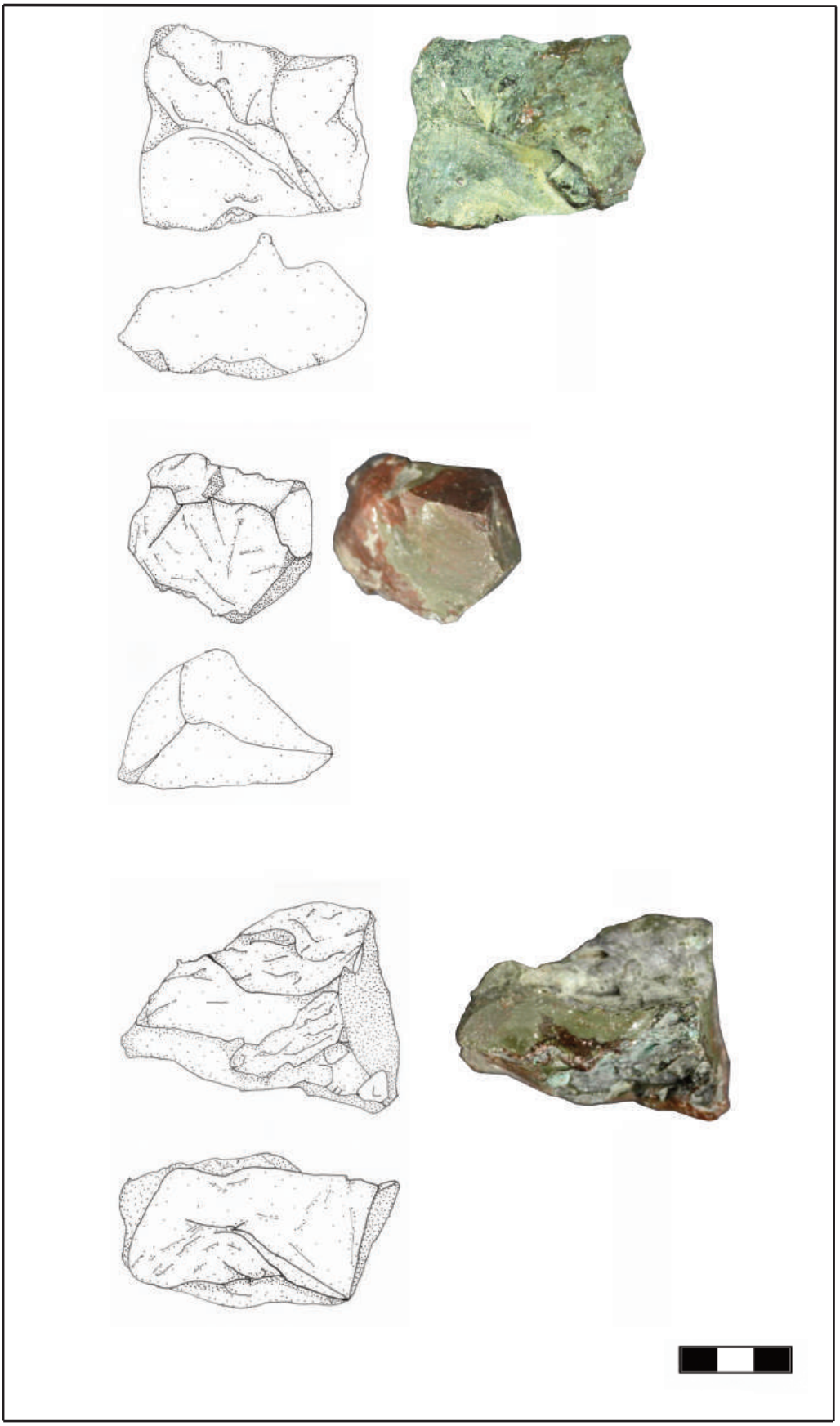
9) Anguilano - La Salvia c.s.; La Salvia *et al.* c.s.

Reg. Tribunale Roma 05.08.2010 n.30 ISSN 2039 - 0076



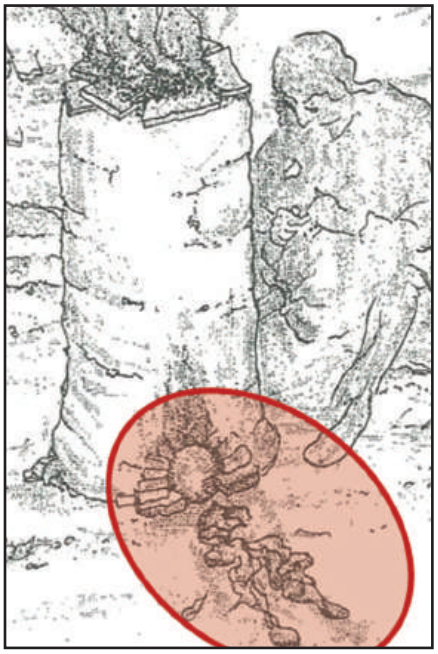
3. ESEMPI DI SCORIE COLATE. TIPOLOGIA C1

Reg. Tribunale Roma 05.08.2010 n.30 ISSN 2039 - 0076

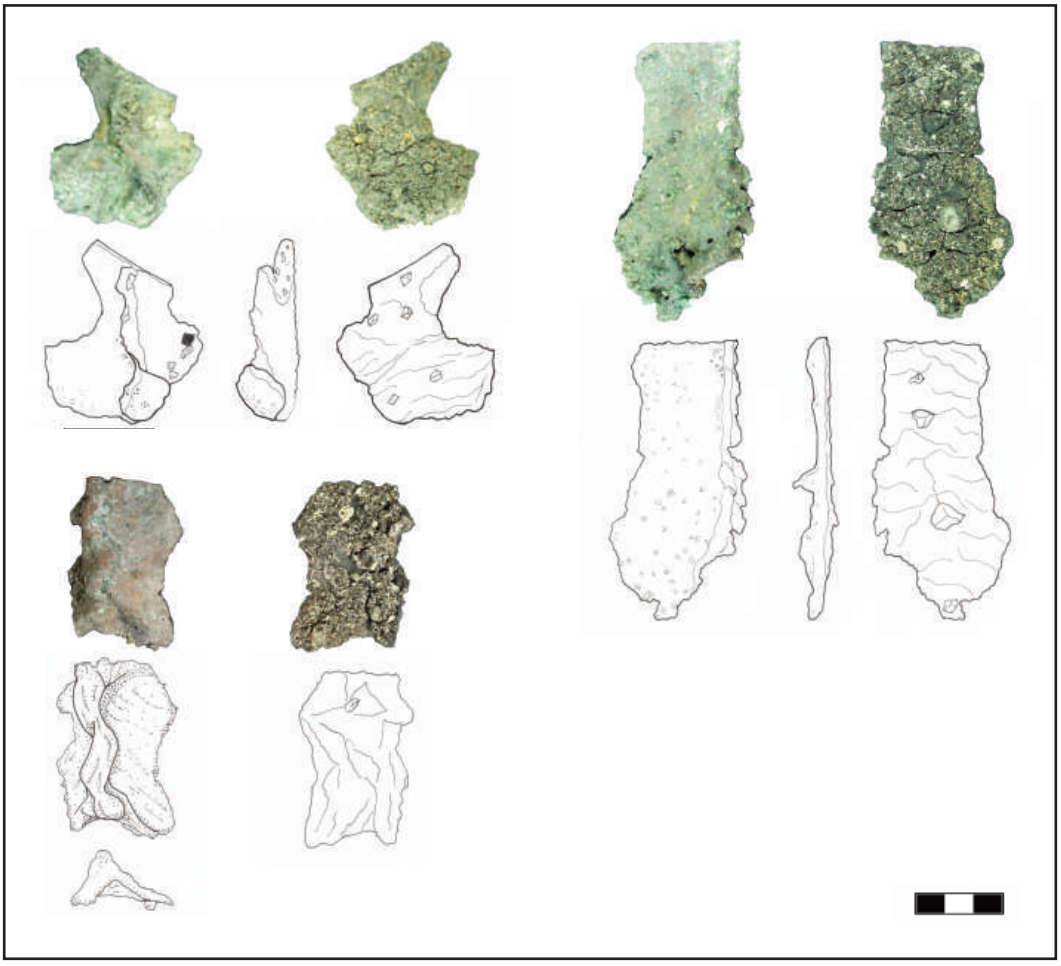


4. ESEMPI DI SCORIE COLATE. TIPOLOGIA C2

Reg. Tribunale Roma 05.08.2010 n.30 ISSN 2039 - 0076



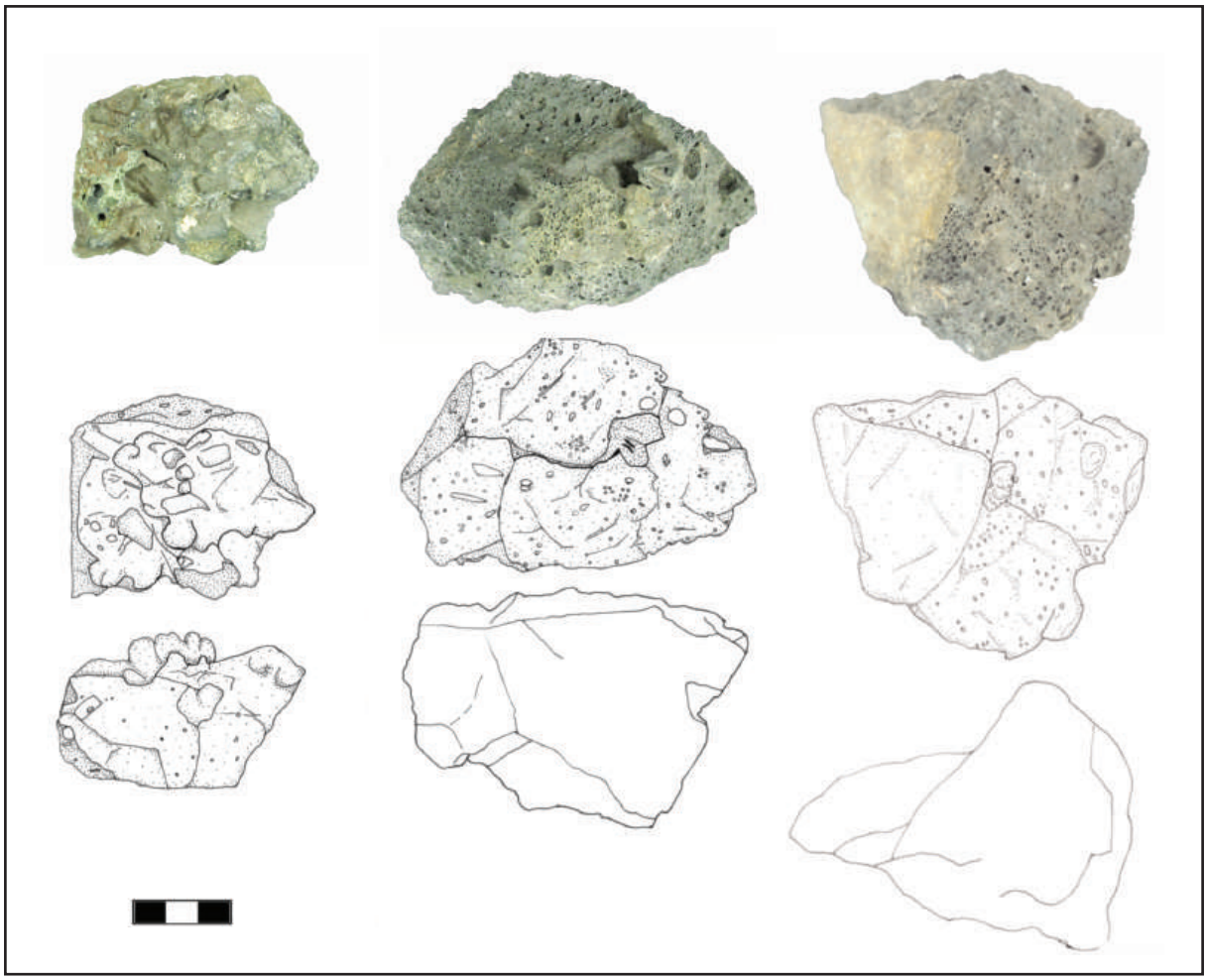
a



b

5. ESEMPI DI SCORIE COLATE. a. DISEGNO RICOSTRUTTIVO; b. TIPOLOGIA C3

Reg. Tribunale Roma 05.08.2010 n.30 ISSN 2039 - 0076



6. ESEMPI DI SCORIE INTERNE. TIPOLOGIE T1 (a sin.), T2 (al centro) E T3 (a dx.)

per la maggiore o minore porosità, dal momento che la grandezza dei vacuoli indica la più o meno totale riduzione della carica, composta essenzialmente da carbone e fondenti.

La quarta tipologia di scorie interne è caratterizzata da un elevato peso specifico: la struttura ripropone la miscela della carica con la presenza di fibre carboniose ancora intatte e concentrazioni di minerale (*fig*. 7). Sono pressoché assenti zone con silicati. La sua struttura, a un analisi macroscopica, potrebbe essere confusa con metallo fortemente ossidato e rimineralizzato.

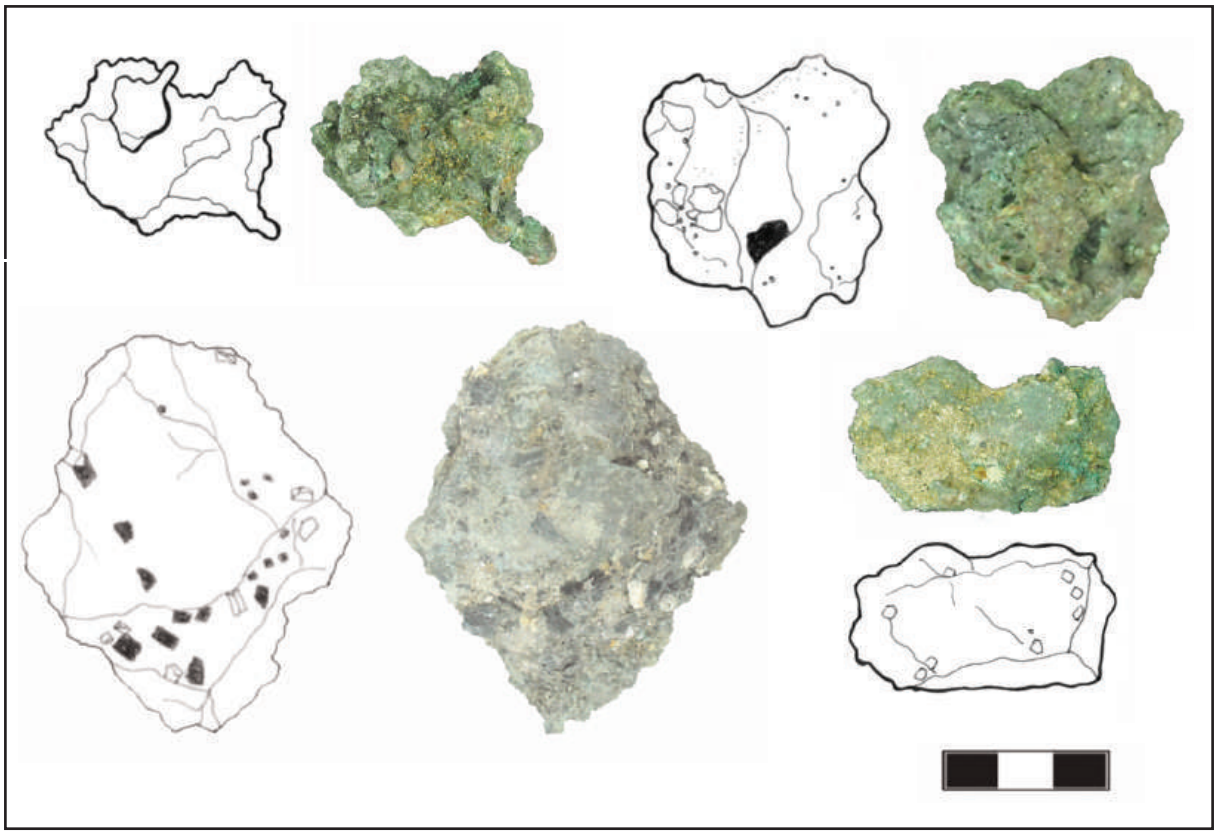
Sono stati inseriti nella classificazione anche quei frammenti riferibili alle precedenti tipologie, ma di dimensioni inferiori a cm 2. Questi non consentono una precisa attribuzione, ma sono comunque stati presi in considerazione per non perdere il dato quantitativo.

Sempre all'interno della fornace si sono formate scorie ricche di silicati, dall'aspetto vetroso, le cosiddette T6, caratterizzate da netti segni di scorrimento dovuti al deflusso all'interno della struttura allo stato viscoso (*fig*. 8). Per caratteristiche e composizione anche le T6 possono essere messe in relazione con il processo di riduzione, come confermato anche dalle analisi al SEM.

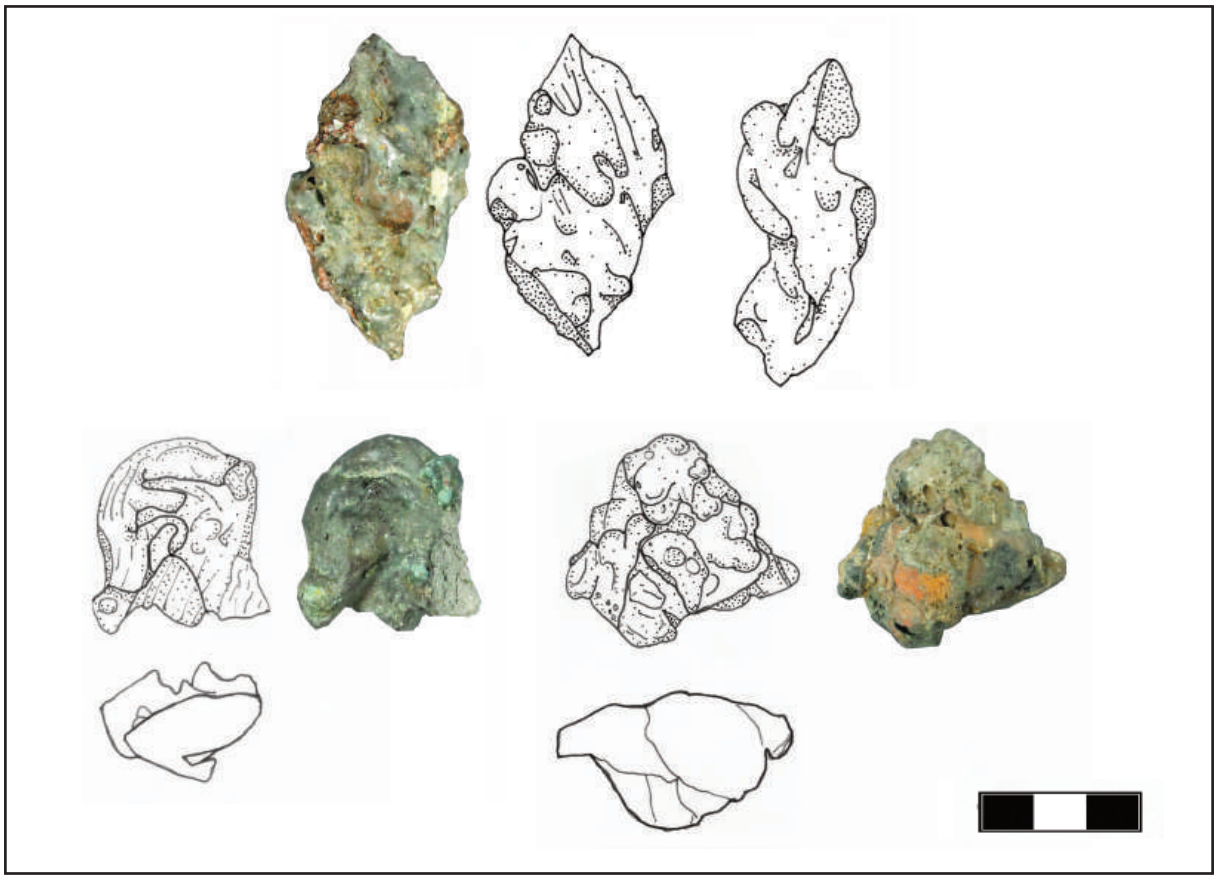
Le tipologie che seguono si distinguono per una evidente interazione con il rivestimento o la struttura della fornace. Nei primi due casi, le T7 e le T10, si tratta di scorie che hanno inglobato parte del rivestimento argilloso, negli altri due invece (T8 e T9) si tratta di parti delle strutture con tracce di scorificazione.

Le T7 presentano una scorificazione a matrice ricca di siicati, caratterizzata da una tessitura bollosa con tracce di mineralizzazione e leggeri segni di colatura, mentre la superficie a contatto con la parete della fornace ingloba un rivestimento di argilla concotta di colore rossastro (*fig*. 9). L'argilla utilizzata per proteggere le pareti del pozzetto o della struttura delle fornaci,

Reg. Tribunale Roma 05.08.2010 n.30 ISSN 2039 - 0076

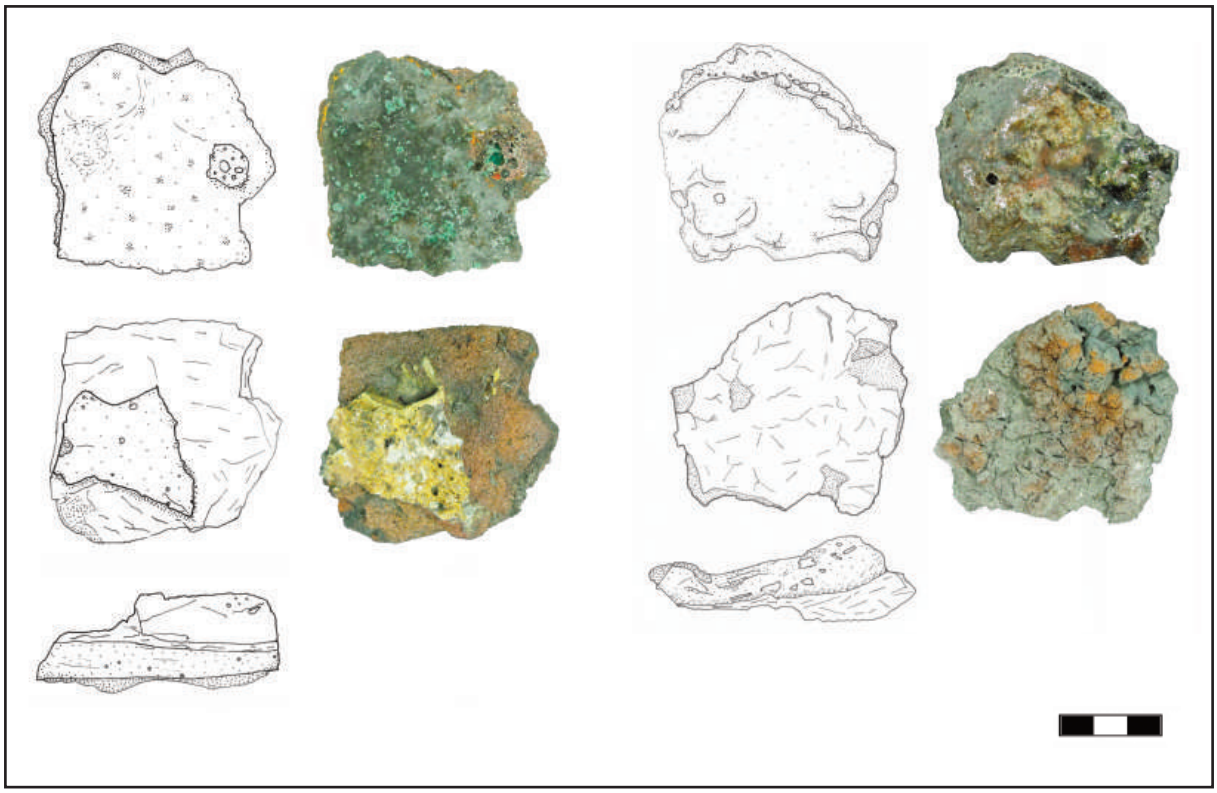


7. ESEMPI DI SCORIE INTERNE, TIPOLOGIA T4



8. ESEMPI DI SCORIE INTERNE. TIPOLOGIA T6

Reg. Tribunale Roma 05.08.2010 n.30 ISSN 2039 - 0076



9. ESEMPI DI SCORIE INTERNE. TIPOLOGIA T7

trattenendo il calore, svolgeva un ruolo rilevante nel processo chimico-fisico del ciclo produttivo.

La scorificazione, particolarmente ricca di silicati e, quindi, dall'aspetto vetroso contraddistingue anche la tipologia denominata T10 (*fig*. 10) che si differenzia dalla precedente per il rivestimento di argilla stracotta di colore grigio-antracite e per la presenza di numerosi frammenti riconducibili a bordi di forma subcircolare con la parete concava (*fig*. 11) che permettono di ricondurre questa tipologia a fornaci definite dalla trattastica tardomedievale "a catino".[10]

Le ultime due tipologie comprendono, come già detto, elementi scorificati di parti strutturali delle fornaci: da un lato le T8, frammenti di rivestimento interno della fornace, con i quali la scoria ha interagito, caratterizzati dalla presenza di frammenti fittili e/o lapidei propri dell'incamiciatura interna della struttura di fusione/riduzione, dall'altro le T9, frammenti di piani di argilla stracotta, di colore grigio antracite, sottoposta a una prolungata azione del fuoco, dalla consistenza simile alla pietra pomice (*fig*. 12). I piani, di argilla molto leggera a causa dell'alterazione del calore, presentano forma subcircolare con i bordi lievemente rialzati e una superficie scorificata con tracce di mineralizzazione. La forma e le caratteristiche della superficie scorificata, compatibili con processi di fusione in crogiolo, rendono questi piani riferibili a fornaci cd. a riverbero, di cui rimangono tracce archeologiche nell'aula dell'Athenaum, in tagli a forma di 8 che individuano una doppia camera (*fig*. 13).[11]

I dati desumibili dalle scorie e i resti archeologici consentono di proporre alcune esemplificazioni anche per le fornaci impiegate per la riduzione: i numerosi pozzetti individuati sull'intera superficie dell'aula sono riconducibili a fornaci a "cupola"[12] o a "camino"[13] (*fig*. 14). In

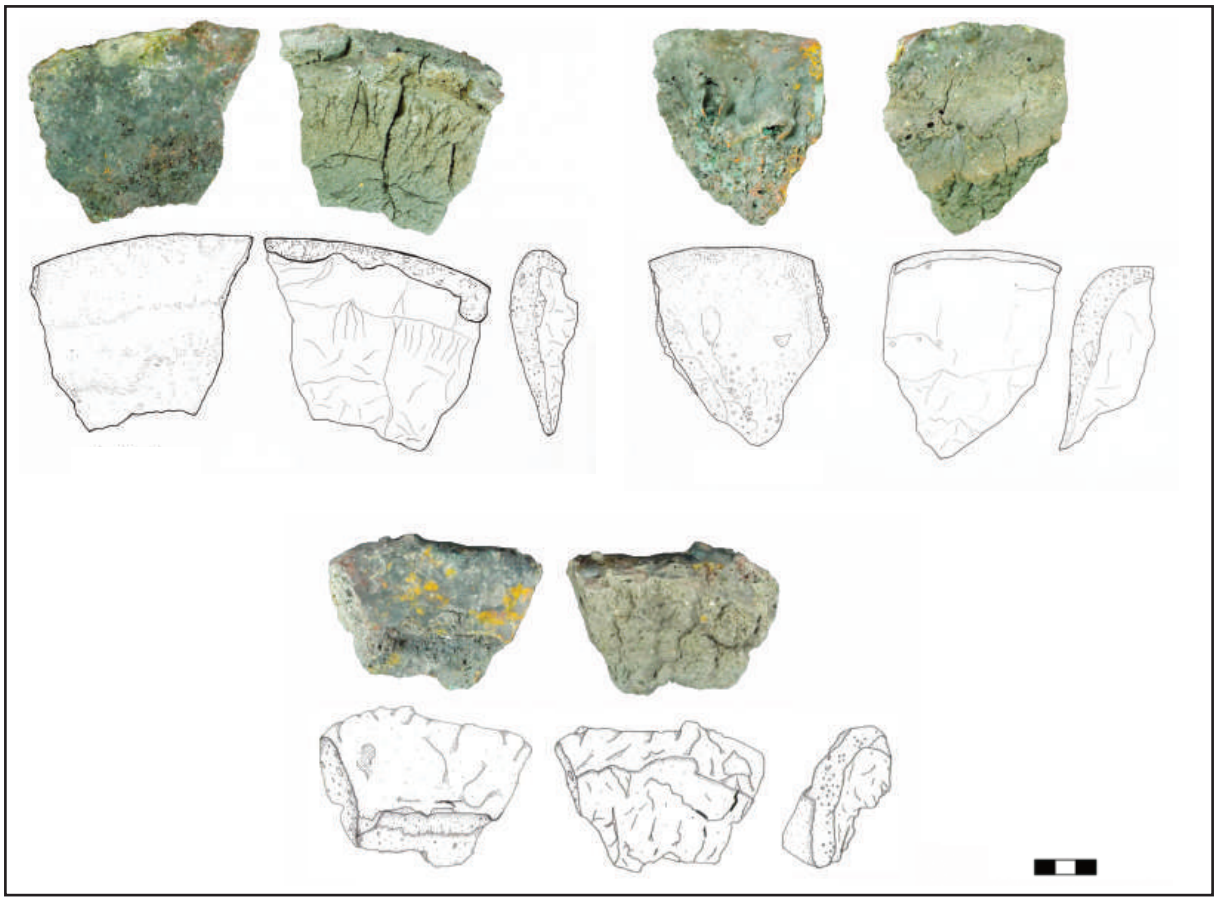
10) Sulle fornaci a "catino", cfr. libro VII di Biringuccio 1540; cfr. inoltre Neri 2006, p. 103.

11) Le due camere si caratterizzano da profondità diverse, la prima più profonda relativa al catino di combustione, la seconda con cavità appena accennata sul livello di calpestio, relativa al piano di lavorazione a crogiolo; non ci sono resti di camini di sfiato. Qui si propone la ricostruzione di un piano di fornace con frammenti di T9 (cfr. *fig*. 13). Sulle fornaci cd. a "riverbero", cfr. il trattato sui fornelli a "riverbero" in Biringuccio 1540, p. 132r, v. anche Neri 2006, p. 153 e Lowe - Mason 1987, pp . 81-156.

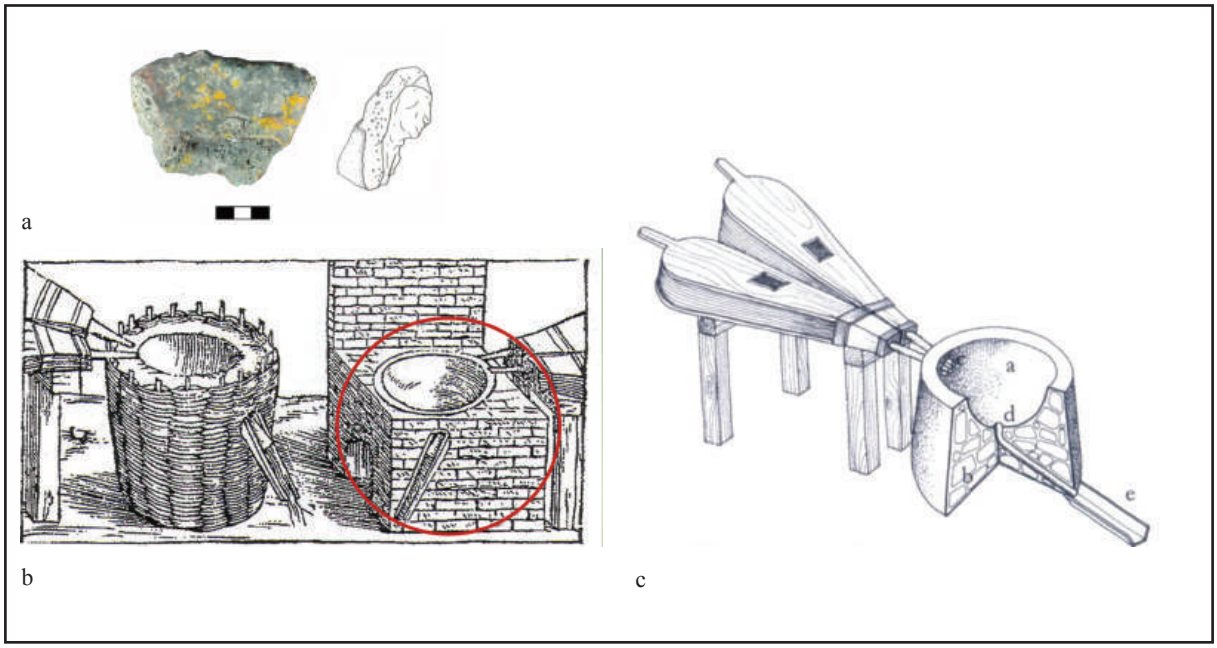
12) Sulla tipologia della fornaci a cupola, v. Cleere 1972, pp. 11 e ss.

13) Sulla tipologia del forno a camino, v. Cleere 1972, pp. 16 e ss.; Healy 1978, pp. 188 e ss.; Tylecote 1987, pp. 152 e ss.; Cima 1991, p. 139 e ss.

Reg. Tribunale Roma 05.08.2010 n.30 ISSN 2039 - 0076

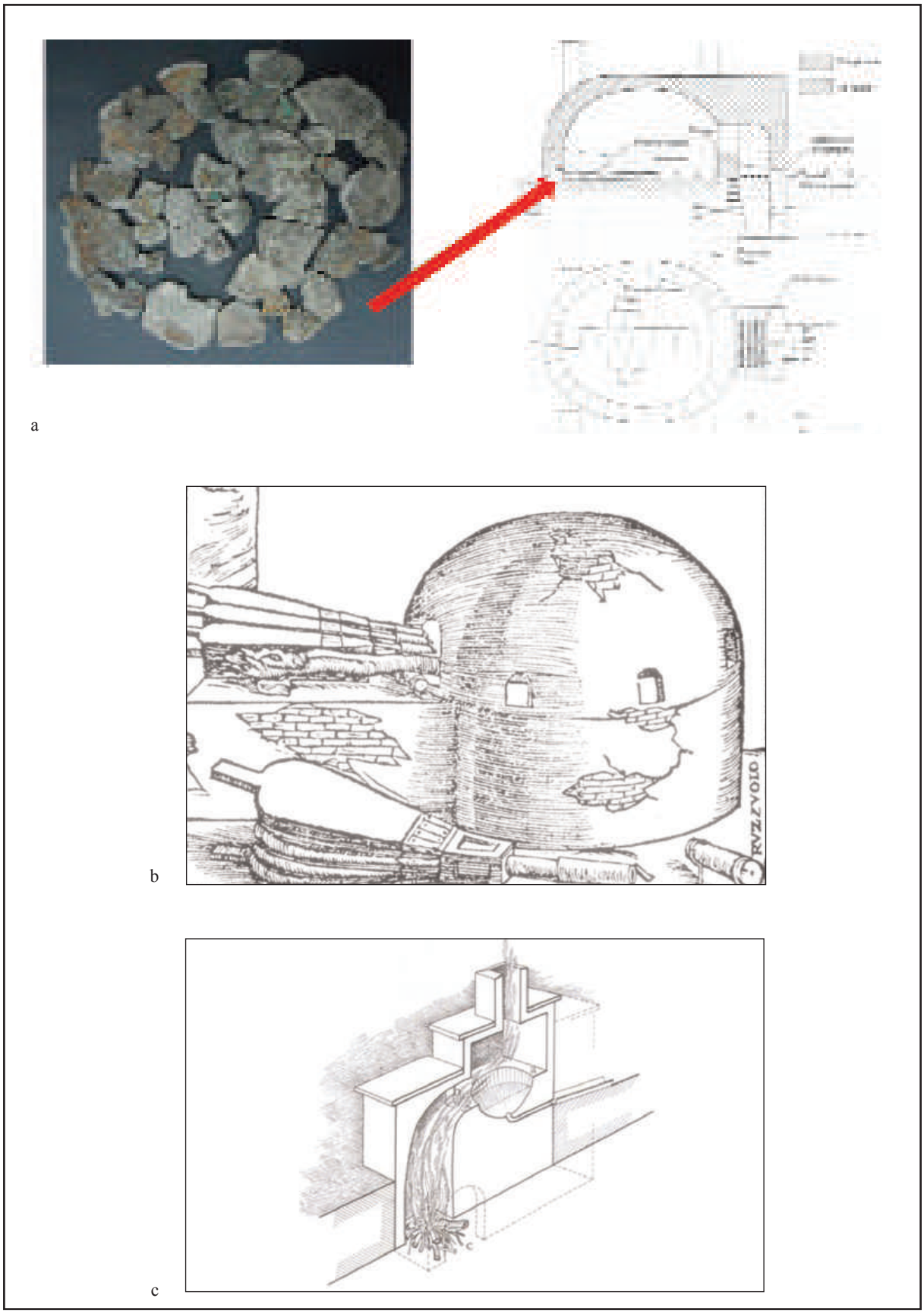


10. ESEMPI DI SCORIE INTERNE. TIPOLOGIA T10



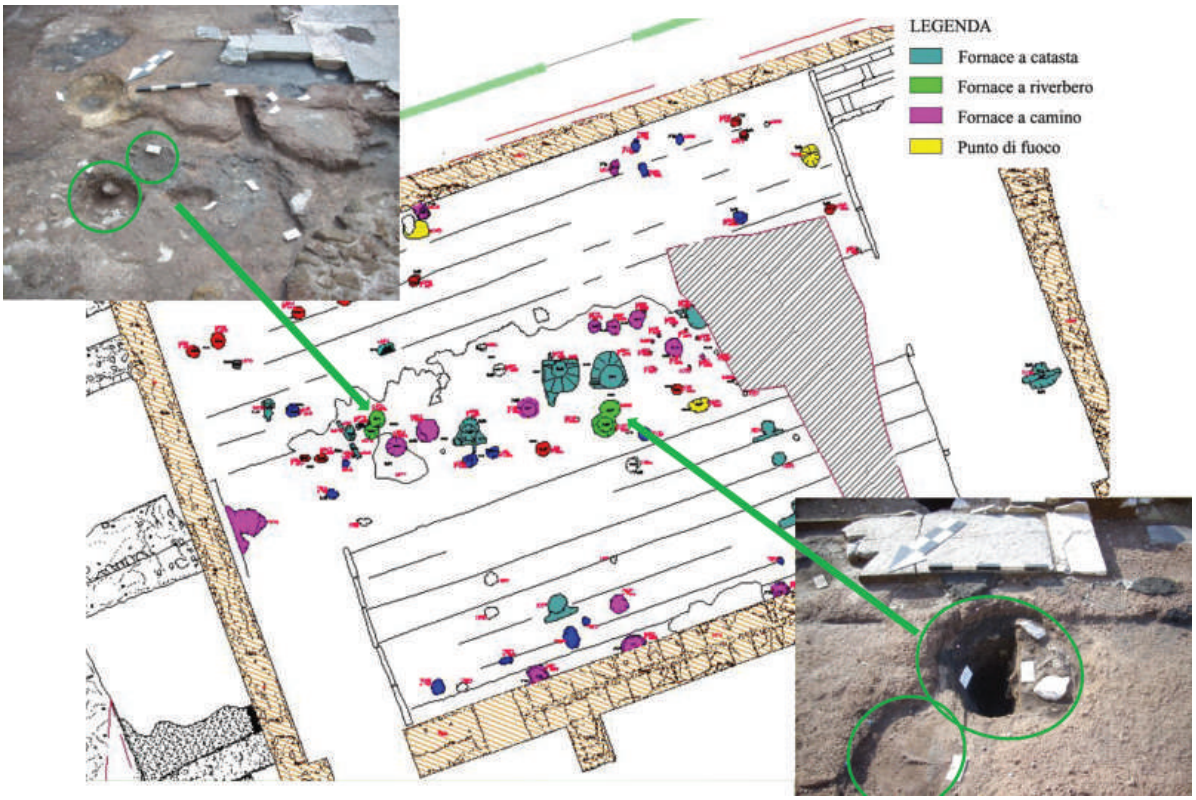
11. FORNACE A "CATINO". a. SCORIA; b. DISEGNO (da Biringucchio 1540, libro VII); c. RICOSTRUZIONE (da Neri 2006, p. 103)

Reg. Tribunale Roma 05.08.2010 n.30 ISSN 2039 - 0076

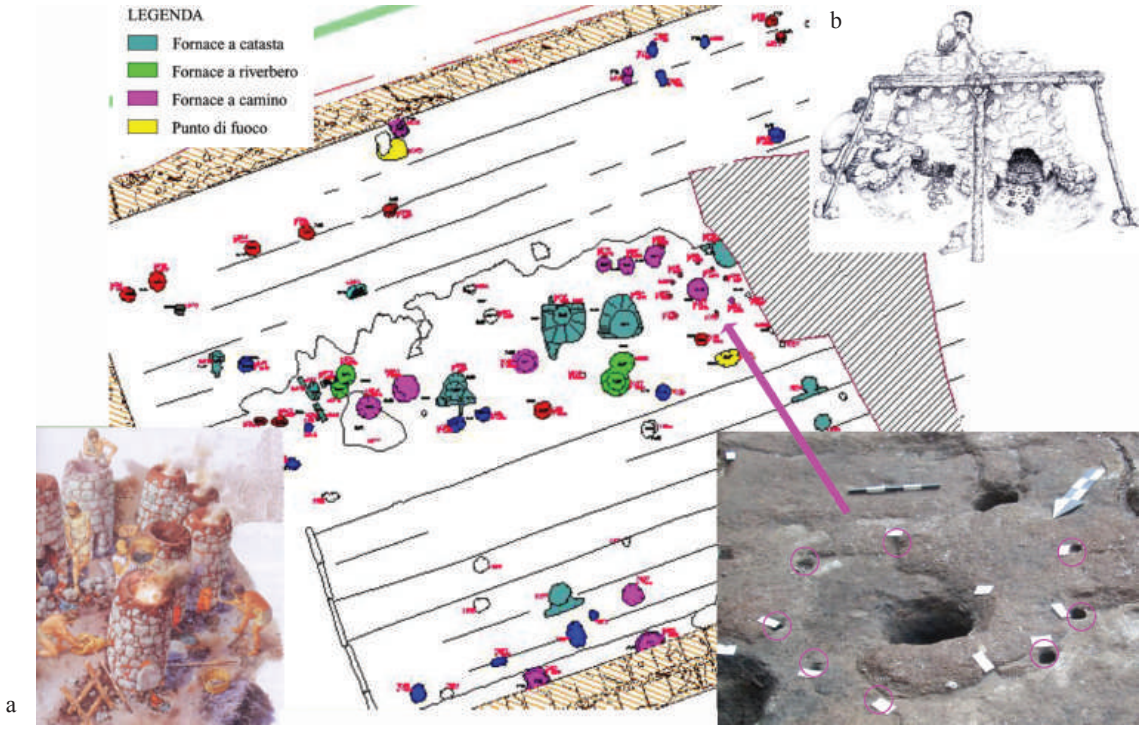


12. FORNACI A "RIVERBERO". a. RICOSTRUZIONE DI UN PIANO DI FORNACE A "RIVERBERO" CON FRAMMENTI DI T9 PROVENIENTI DALLO SCAVO; b-c. IMMAGINI ESPLICATIVE (b. da BIRINGUCCIO 1540, libro III; c. da NERI 2006, p. 101)

Reg. Tribunale Roma 05.08.2010 n.30 ISSN 2039 - 0076



13. ROMA. ATHENAEUM. RESTI DI FORNACI A "RIVERBERO" (in verde) RINVENUTE NELLE AULE ADRIANEE CON RELATIVA LOCALIZZAZIONE



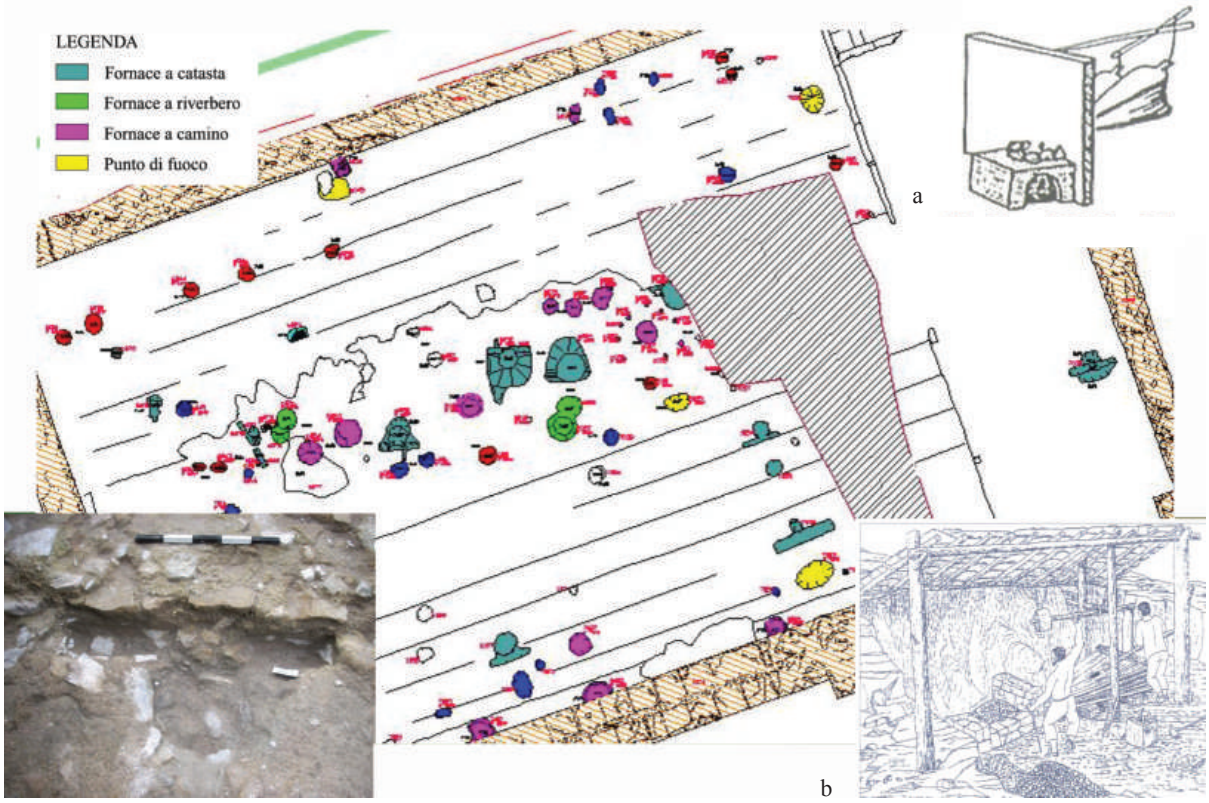
14. ROMA. ATHENAEUM. RESTI DI FORNACI A "CAMINO" (in viola) RINVENUTE NELLE AULE ADRIANEE CON RELATIVA LOCALIZZAZIONE a. RICOSTRUZIONE DI UNA FORNACE A "CAMINO" (dis. Studio InKlink), b. RICOSTRUZIONE DI UNA FORNACE A "CAMINO" CON SOSTEGNI LIGNEI DA BOÉCOURT (da ESCHENLOHR - SERNEELS 1991)

Reg. Tribunale Roma 05.08.2010 n.30 ISSN 2039 - 0076

un caso, la presenza di buche di palo con un andamento circolare intorno al pozzetto potrebbe indicare l'alloggiamento di sostegni lignei forse funzionali alla realizzazione dello stesso camino, come suggerisce il confronto con una delle strutture dell'impianto siderurgico altomedievale di Boécourt.[14]

Una tipologia di fornace che ha lasciato un traccia archeologica più riconoscibile è senza dubbio quella cd. a catasta (*fig*. 15) che prevedeva un muretto o una lastra in cui veniva alloggiato il mantice che così risultava protetto dal fuoco (*fig*. 16).[15] Un frammento di lastra di marmo, probabilmente di riutilizzo dall'edificio romano, presenta un foro che combacia perfettamente con la scorificazione di uno degli ingressi di tuyeres rinvenuti, caratterizzato dalla presenza di un rivestimento argilloso. In totale disponiamo di diciotto ingressi di mantice a fronte di undici fornaci a catasta identificate, che in due casi presentano impronte del mantice sul piano (*fig*. 17). Gli ugelli realizzati in argilla e, quindi, più facilmente deperibili, sono solo due.[16]

L'analisi delle scorie e l'identificazione delle fornaci consente di ricostruire le attività dell'officina: si operava la riduzione da minerale, attestata anche da un frammento di calcopirite,



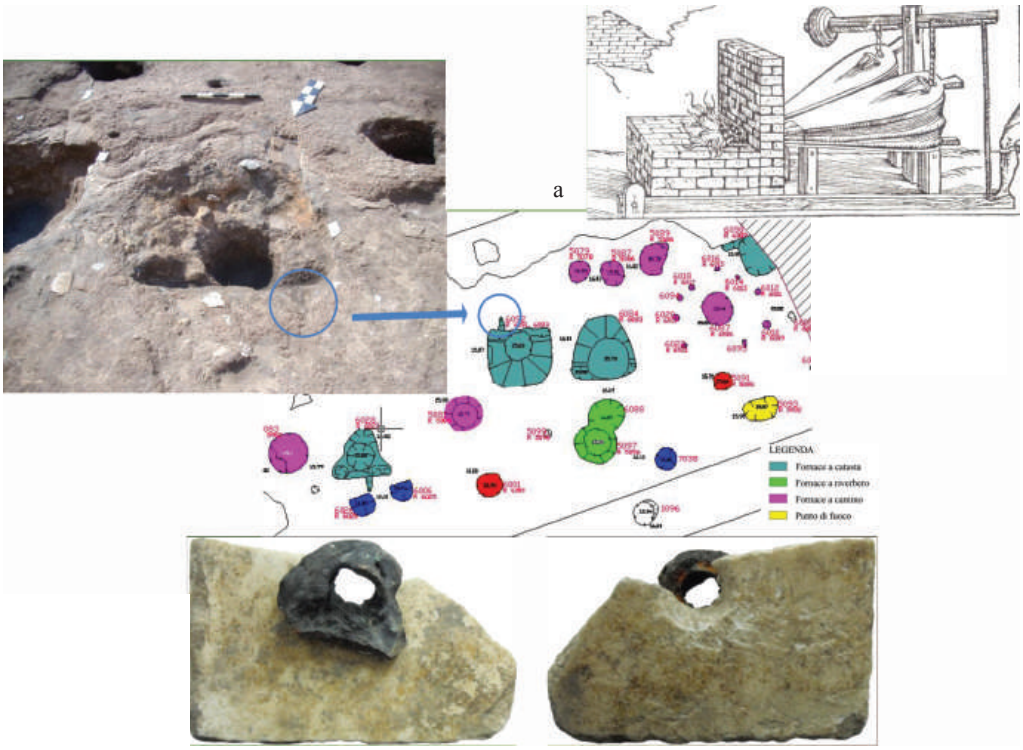
15. ROMA. ATHENAEUM. RESTI DI FORNACI A "CATASTA" (in azzurro) RINVENUTE NELLE AULE ADRIANEE CON RELATIVA LOCALIZZAZIONE. a. RICOSTRUZIONE (da Cima 1991, fig. 8.1); b. ROCCA SAN SILVESTRO, FORNACE A "CATASTA" (da Guideri 1991, fig. 15)

14) Sul sito archeometallurgico di Boécourt, v. Eschenlohr - Serneels 1991. Un ulteriore ipotesi ricostruttiva è quella di un forno fusorio a "cestone", in particolare v. Neri 2006, p. 155.

15) Si tratta di tagli circolari caratterizzati da un'impronta rettangolare allungata su uno dei limiti della circonferenza. Il basso fuoco a catasta deriva direttamente da quello a pozzetto; entrambi sono costituiti da una cavità scavata nel terreno, ma in questo caso si ha una cortina realizzata come protezione dopo la prima carica di carbone e minerale; il processo dura diverse ore ed è governato a vista, l'areazione è assicurata da mantici azionati manualmente. Nel tempo la fornace a catasta presenta dei miglioramenti strutturali: viene realizzato un piano in muratura, su cui viene di volta in volta posto il focolare; un muro verticale viene costruito tra la zona di riduzione e quella del mantice; è spesso attestata una cappa per la raccolta e lo smaltimento dei fumi nel caso in cui la struttura sia posta all'interno di un ambiente (Cima 1991, pp. 126 6 ss, v. anche La Salvia - Iacone 2010).

16) Contesto simile si riscontra nei sette basso forni, conservati in modo frammentario, rinvenuti ad Alesia (Mangin 1982, pp, 241), sito datato dal I sec. a.C. al IV sec. d.C. La parte conservatasi e costituita da tagli scavati nel suolo naturale o nelle strutture murarie precedenti, di forma circolare in alcuni casi, ovale in altri, con un diametro variabile da m 0,30 a m 0,45 e una profondità di m 0,15-0,20. Il perimetro della struttura è marcato da blocchi di calcare; la parte frontale era, molto probabilmente, dotata di un'apertura al livello del suolo, chiusa con un blocco di argilla che presentava un foro per l'alloggiamento di uno o più mantici (Mangin 1982, p. 244; Cima 1991, p. 126). Al periodo tardoantico appartiene il basso fuoco di Misobolo (Montalenghe - Torino) (Cima 1986, pp. 177; Cima 1991, p. 125).

Reg. Tribunale Roma 05.08.2010 n.30 ISSN 2039 - 0076



16. PROPOSTA RICOSTRUTTIVA DI INGRESSI DI TUYERE CON LASTRA DI PROTEZIONE DEL MANTICE IN FORNACI A "CATASTA" (a. da Biringuccio 1540, libro VII)

17. RESTI DEGLI IMPIANTI DI AREAZIONE DELLE FORNACI, IN PARTICOLARE, INGRESSI DI TUYERE E UGELLI CON RELATIVI CONFRONTI

e si effettuava la fusione delle leghe di rame, riutilizzando in una qualche misura anche manufatti romani (grappe bronzee e fistulae plumbee).

Il deposito archeologico ovviamente non conserva tutti i residui dell'intera vita dell'officina, pertanto risulta difficile ipotizzare la sua durata e la quantità di metallo prodotto.

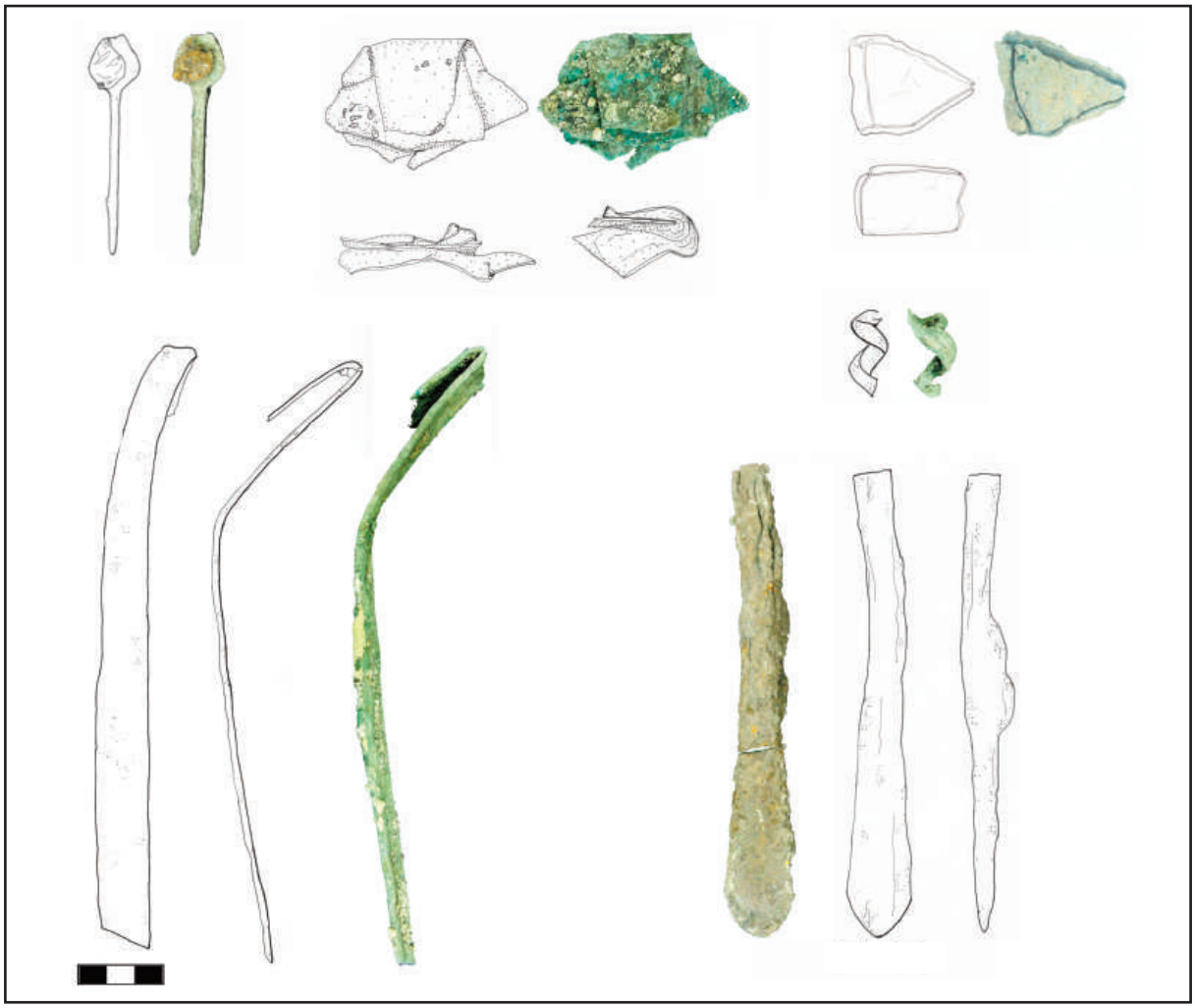
La dismissione di questa parte dell'officina appare programmata e intenzionale, sia sulla scorta dell'azzeramento e della completa rasatura delle fornaci, sia sulla scorta della pressoché totale assenza di crogioli tra i materiali. Anche gli attrezzi, che costituivano il prezioso corredo

Reg. Tribunale Roma 05.08.2010 n.30 ISSN 2039 - 0076

degli artigiani, probabilmente sono stati portati via nel momento della dismissione dell'officina, e infatti risultano poco attestati, tra essi un cucchiaino in lega di rame, solitamente utilizzato in simili contesti come dosatore di metallo per produzione di piccoli oggetti[17] e due attrezzi in ferro (*fig*. 18). Alla fabbricazione o alla riparazione di attrezzi da lavoro potrebbe essere collegata anche l'esistenza di una forgia, attestata dal rinvenimento di alcune scorie a calotta. Attualmente, tuttavia, non si dispone di dati per una sua precisa localizzazione. D'altra parte, occorre tenere presente che il ferro (il cd. ferraccio) e/o le sue scorie potevano anche essere riutilizzate nelle strutture delle fornaci o impiegate come fondenti.[18]

Oltre alle scorie che pure rappresentano la stragrande maggioranza dei reperti analizzati, sono stati presi in esame anche gli altri indicatori della produzione: i prodotti semilavorati e gli scarti di lavorazione, tra i quali si segnala una significativa attestazione di materiale piombifero.

La probabile produzione/utilizzo del piombo nei processi di estrazione dell'argento e del suo successivo riutilizzo all'interno della lega di rame in associazione alla presenza di fornaci a "riverbero" e di lavorazione a crogiuolo (viste le elevate temperature raggiunte, determinabili



18. ALTRI INDICATORI DELLA PRODUZIONE, TRA GLI ATTREZZI SONO PRESENTI UN CUCCHIAINO IN LEGA DI RAME PER LAVORAZIONI A CROGIUOLO E DUE PUNZONI; UN LINGOTTO SEMILAVORATO IN LEGA DI RAME; LAMINE E RITAGLI IN LEGA DI RAME RELATIVI A SCARTI DI LAVORAZIONE

17) Per un confronto si rimanda al dosatore in lega di rame rinvenuto a Monte Castellaccio in Garfagnana, cfr. Ciampoltrini - Notini - Rossi 2001, p. 246.

18) Nel ciclo di riduzione è attestato l'utilizzo come fondente del ferro stesso, la cui funzione era quella di abbassare il punto di fusione di alcuni elementi della ganga, tra i quali silice e alluminio. L'unione degli ossidi di ferro non ridotti con i componenti del combustibile e del minerale produceva una scoria autofondente dotata di una maggiore viscosità (Cucini Tizzoni - Tizzoni 1992, p. 31).

Reg. Tribunale Roma 05.08.2010 n.30 ISSN 2039 - 0076

in base alle analisi chimico-strutturali delle scorie), ha lasciato la porta aperta alla fondata ipotesi che all'interno di questa officina si svolgesse anche la coppellazione.[19] I prodotti semilavorati, tuttavia, confermano una prevalenza nell'ambito dell'officina delle attività di riduzione e fusione delle leghe di rame, ben esemplificate dalla presenza di un lingotto rinvenuto in uno degli ambienti, probabilmente utilizzato come deposito, e infine da ritagli di lastra (*fig*. 19). Se la capacità di trasformare o recuperare materia prima è direttamente proporzionale alle condizioni economico-politiche e sociali ci sembra credibile il coinvolgimento del potere centrale nella gestione di questo atelier, tra la fine del VI e gli inizi del VII sec. d.C. L'eccezionalità della situazione emerge con forza proprio valutando da un lato il contesto ovvero Roma, e ancor meglio l'area dei Fori, dall'altro l'inquadramento cronologico, tra la seconda metà del VI e la prima metà del VII sec. d.C., ed infine la specificità della produzione in relazione a un impianto che ha già portato ad interpretare questo contesto come probabile sede della zecca enea bizantina.

19. TONDELLO MONETALE PROVENIENTE DAGLI SCAVI

I risultati ottenuti attraverso la felice integrazione di dati archeologici, archeometrici e storici configurano la produzione dei metalli e lo studio della produzione dei metalli nell'anti
chità come il terreno privilegiato di incontro tra l'applicazione delle più rigorose metodologie scientifiche e le aspirazioni dell'uomo alla conoscenza, fuse nel sapere empirico e nella connotazione magica e mistica attribuita alla trasformazione dell'umile pietra in metallo più o meno nobile.

*Università "G. d'Annunzio" Chieti
sonia.antonelli@unich.it
aiacone2@gmail.com
marziatornese@gmail.com

**Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne - Sapienza. Università di Roma
simoneprosperi81@gmail.com

Bibliografia

Abetel 1992 = E. Abetel, L'ètablissement siderurgique du Montcherand, Lausanne 1992

Anguilano - La Salvia c.s. = L. Anguilano, V. La Salvia, Ricostruzione dei processi metallurgici, in I workshop internazionale di numismatica. Numismatica e archeologia. Monete, stratigrafie e contesti. Dati a confronto (Atti workshop, Roma 2011), Roma c.s.

Anguilano - La Salvia - Tornese c.s. = L. Anguilano, V. La Salvia, M. Tornese, From school to workshop: the transformation of the urban landscape in late antique Roma, in XVIIIIth International Congress of Classical Archaeology. Centre and periphery in the ancient world, Mérida c.s.

Bachmann 1982 = H.G. Bachmann, The identification of slags from archaeological sites, London 1982

Bachmann 1993 = H.G. Bachmann, The identification of slags from archaeological sites, in Archeologia delle attività estrattive e metallurgiche, Quinto ciclo di lezioni sulla ricerca applicata in archeologia, 1993, pp. 563-571

Biringuccio 1540 = V. Biringuccio, *De la Pirothecnia*, Venezia 1540 (rist. anast. Milano 1977)

Ciampoltrini - Notini - Rossi 2001 = C. Ciampoltrini, P. Notini, G. Rossi, Una zecca abusiva del XII secolo in Garfagnana, in I luoghi della moneta. Le sedi delle zecche dall'antichità all'età moderna (Atti conv.), Milano 2001, pp. 235-246

Cima 1986 = M. Cima, Metallurgia in ambiente rurale al sito alto medievale di Misobolo, in *AMediev* 13, 1986, pp. 173-190

19) Il processo di preparazione dell'argento consistente nel trattare, in ambiente ossidante, in particolari forni, detti a coppella, il piombo argentifero. Per effetto dell'aria introdotta nel forno, il piombo liquido si ossida a litargirio (PbO), che in parte viene eliminato da apposite aperture e in parte è assorbito dalla suola porosa del forno stesso (Anguilano - La Salvia c.s.). Sulla coppellazione, v. anche Tereygeol - Thomas 2003; per un contesto di riferimento simile (con lavorazione in base Cu), v. Roviera - Renzi 2013, in particolare pp. 481-484.

Reg. Tribunale Roma 05.08.2010 n.30 ISSN 2039 - 0076

Cima 1991 = M. Cima, Archeologia del ferro: sistemi, materiali e processi dalle origini alla Rivoluzione Industriale, Brescia 1991

Cleere 1972 = H. Cleere, The classification of early iron-smelting furnaces, in *Antiquaries Journal* 52, 1972, pp. 8-23

Cucini - Tizzoni 2001 = Studio degli scarti metallurgici, in G.P. Brogiolo, L. Castelletti (a cura di), Archeologia a Monte Barro, 2. Gli scavi 1990-1997 e le ricerche a S. Martino di Lecco, pp. 273-279

Cucini Tizzoni - Tizzoni 1992 = C. Cucini Tizzoni, M. Tizzoni, Le antiche scorie del golfo di Follonica (Toscana). Una proposta tipologica (Notizie dal Chiostro del Monastero Maggiore), Milano 1992

Eschenlohr - Serneels 1991 = L. Eschenlohr, V. Serneels, Les bas fourneaux mérovingiens de Boécourt-Les Boulies (JU/Suisse), Porrentruy 1991

Giardino 1998 = C. Giardino, I metalli nel mondo antico, Roma-Bari 1998

Healy 1978 = J.F. Healy, Mining and metallurgy in the greek and roman world, London 1978

La Salvia 2005 = V. La Salvia, La ricerca sul campo: i principali indicatori del ciclo della produzione metallurgica, in F. Zagari (a cura di), Il metallo nel Medioevo, Roma 2005, pp. 92-94

La Salvia *et al.* c.s. = V. La Salvia, L. Anguilano, S. Antonelli, M. Tornese, S. Prosperi, A. Iacone, Appendice I: la ricostruzione dei processi metallurgici, in I Workshop internazionale di numismatica. Numismatica e archeologia. Monete, stratigrafie e contesti. Dati a confronto (atti workshop), Roma c.s.

La Salvia - Iacone 2010 = V. La Salvia, A. Iacone, Gli indicatori della produzione metallurgica provenienti dallo scavo di piazza Madonna di Loreto. Rapporto preliminare, in Serlorenzi 2010, pp. 165-166

Lowe - Mason 1987 = B.J. Lowe, E.J. Mason, Keynsham Abbey excavations 1961-1985, in Proceedings of Somerset Archaeology and Natural History Society 31, 1987, pp. 81-156

Mangin 1982 = M. Mangin, Caractères et fonctions de la métallurgie du fer à Alésia, in Mines et fonderies antiques de la Gaule (actes table ronde), Paris 1982, pp. 237-258

Neri 2006 = F. Neri, De campanis fundendis. La produzione di campane nel Medioevo tra fonti scritte ed evidenze archeologiche, Milano 2006

Roviera - Renzi 2013 = S. Roviera, M. Renzi , Plata Tartésica: una revision de la tecnologia extractiva a la luz de nuevos hallazgos, in Tarteso. El emporio del metal (actas congreso), Córdoba 2013, pp. 473-488

Serlorenzi 2010 = M. Serlorenzi, Le testimonianze medievali nei cantieri di piazza Venezia, in Archeologia e infrastrutture, pp. 131-165

Tereygeol - Thomas 2003 = F. Tereygeol, N. Thomas, La coupellation des alliages cuivre-argent: approche expérimentale de l'essai d'argent par voie sèche, in *Revue d'Archéométrie* 27, 2003, pp. 171-181

Tylecote 1962 = R.F. Tylecote, Metallurgy in archaeology, Londra 1962

Oltre a quanto citato nel testo, si rimanda alla seguente bibliografia di riferimento:

Calabria 2003 = C. Calabria, Strutture produttive nel castello di Amendolea a Condofuri (RC): attività siderurgiche nell'ambiente R, in R. Fiorillo, P. Peduto (a cura di), III Congresso nazionale di archeologia medievale (Atti congr.), Firenze 2003, pp. 678-681

Corretti 2000 = A. Corretti, L'attività metallurgica, in S. Bruni, E. Abela, G. Berti (a cura di), Ricerche di archeologia medievale a Pisa, 1. Piazza dei Cavalieri, la campagna di scavo 1993, Firenze 2000, pp. 83-100

Forrieres *et al.* 1987 = C. Forrieres, J.P. Petit, J. Schaub, Étude de la métallurgie du fer du vicus gallo-romain de Bliesbruck (Moselle), Paris 1987

Guideri - Benvenuti - Mascaro 1991= S. Guideri, M. Benvenuti, I. Mascaro (a cura di), Inventario del patrimonio minerario e mineralogico in Toscana. Aspetti naturalistici e storico-archeologici, Firenze 1991

Lusuardi Siena - Zanette - Neri 2007 = M.S. Lusuardi Siena, N. Zanette, E. Neri, Fusione multipla e riuscita del processo:il caso dell'attività artigianale in S. Pietro di Sclavons (Cordenons, PN), in M.S. Lusuardi Siena, E. Neri (a cura di), Del fonder campane: dall'archeologia alla produzione. Quadri regionali per l'Italia settentrionale (Atti conv.), Firenze 2007, pp. 345-352

Mannoni - Cucchiara 2001 = T. Mannoni, A. Cucchiara, Indicatori di attività metallurgiche, in T. Mannoni, G. Murialdo (a cura di), S. Antonino: un insediamento fortificato della Liguria bizantina, Bordighera 2001

Mathieu - Mignon - Plumier 1994 = S. Mathieu, P. Mignon, J. Plumier, Structures associées à des scories de forge sur quelques sites romains de Belgique, in M. Mangin (a cura di), La siderurgie ancienne de l'est de la France dans son contexte européen. Archeologie et archèomètrie (Actes colloque), Besançon 1993, pp. 141-143

Reg. Tribunale Roma 05.08.2010 n.30 ISSN 2039 - 0076